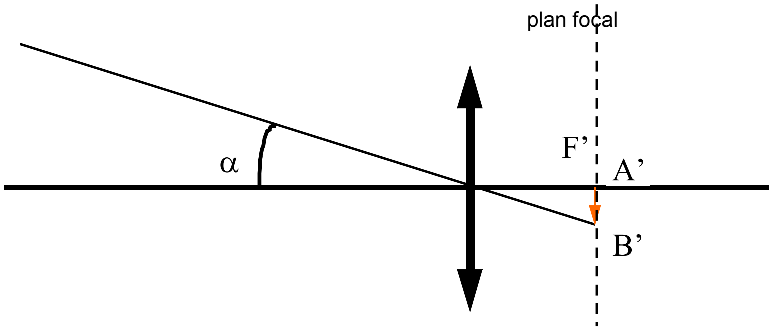
# CORRECTION EXERCICES SUR L'APPAREIL PHOTOGRAPHIQUE

**EXERCICE 1** :




1.) Pour des objets à l'infini, l'image se forme dans le plan focal.

Pour obtenir une image nette, il faut placer la pellicule à l'endroit où se forme l'image : donc la distance objectif-pellicule est égale à la distance focale :
$\overline{OA'} = f = +200$ mm .

2.) Diamètre apparent = angle sous lequel on voit le soleil : $\alpha = \dfrac{32'}{60'} = 0{,}533°$

$\tan\alpha = \dfrac{opp}{adj} = \dfrac{A'B'}{OF'} \Rightarrow$ $\overline{\mathbf{A'B'}} = \mathbf{-f\ .\ \tan\alpha}$ *Signe – parce que l'image est renversée*

$A'B' = -\ (+200)\ .\ \tan(0{,}533°) \Longrightarrow$ $\overline{\mathbf{A'B'}} = \mathbf{-\ 1{,}86\ mm}$

Conclusion : l'image est un disque circulaire de diamètre D = 1,86 mm.

**EXERCICE 2** : dans tout l'exercice les distances sont exprimées en cm

1. Objets à l'infini : l'image est dans le plan focal, donc la pellicule doit être dans le plan focal c'est à dire à la distance $\overline{OA'} = 10$ cm de l'objectif.

2. Objet REEL situé à 10,1 m devant l'objectif $\Longrightarrow$ $p = \overline{OA} = -1010$ cm

   On applique la relation de conjugaison : $\dfrac{1}{p'} - \dfrac{1}{p} = \dfrac{1}{f}$ avec $f = 10$ cm

   $\Rightarrow \dfrac{1}{p'} = \dfrac{1}{f} + \dfrac{1}{p} = \dfrac{p + f'}{(p)\ .\ (f)}$ $\Rightarrow$ $p' = \dfrac{(p)\ .\ (f)}{(p + f)} = \dfrac{(-1010)\ .\ (10)}{-1010 + 10}$

   $\Rightarrow p' = \overline{OA'} = +10{,}1$ cm $\Rightarrow$ **la distance objectif-pellicule est de 10,1 cm**

   Taille de l'image : $\gamma = \dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \dfrac{p'}{p}$ $\Rightarrow$ $\gamma = \dfrac{10{,}1}{-1010} = -0{,}010 = 1\%$

   Donc $\overline{A'B'} = \gamma\ .\ \overline{AB} = -0{,}01\ .\ (180)$ $\Rightarrow$ $\overline{\mathbf{A'B'}} = \mathbf{-\ 1{,}8\ cm}$

3. 10 cm jusqu'à 10,9 cm sont les distances objectif-pellicule pour les différentes prises de vue.

   $\overline{OA'} = +10$ cm : cas traité dans la question 1 : $\Rightarrow$ objets à l'infini

   $\overline{OA'} = p' = +10{,}9$ cm $\Rightarrow$ il faut chercher la position de l'objet, à savoir $p = \overline{OA}$

   $\dfrac{1}{p'} - \dfrac{1}{p} = \dfrac{1}{f}$ avec $f = 10$ cm $\Rightarrow$ $\dfrac{1}{p} = \dfrac{1}{p'} - \dfrac{1}{f} = \dfrac{f - p'}{p'\ .\ f}$ $\Rightarrow$ $p = \dfrac{f\ .\ p'}{f - p'}$

   $\Rightarrow p = \dfrac{10\ .\ 10{,}9}{10 - 10{,}9}$ $\Rightarrow$ $\mathbf{p = -\ 121\ cm}$

   **CONCLUSION :**
   **On peut photographier les objets situés entre l'infini et environ 1,20 m devant l'objectif**

**<u>EXERCICE 3</u>** :

1. Pour des objets à l'infini, l'image est dans le plan focal :

   $p \longrightarrow -\infty$ alors $\dfrac{1}{p}$ tend vers 0 .

   On peut donc écrire : $\dfrac{1}{p'} - \dfrac{1}{p} = \dfrac{1}{f}$ avec $\dfrac{1}{p} \longrightarrow 0$ ce qui donne $\dfrac{1}{p'} = \dfrac{1}{f}$

   $\Rightarrow$ $p' = f$ . **L'image se forme dans le plan focal image. Pour des objets très éloignés, la distance lentille-pellicule est donc égale à la distance focale, soit 50 mm .**

2. Quand on approche un objet d'une lentille convergente, l'image s'éloigne de la lentille : $\overline{OA'} > f$ .

   2.1. Il faut donc éloigner l'objectif de la pellicule : position de l'objet $p = -150$cm

   $$\frac{1}{p'} = \frac{\mathbf{1}}{f} + \frac{1}{p} = \frac{p + f}{(p)\,.\,(f)} \quad \Longrightarrow \quad p' = \frac{(p)\,.\,(f)}{(p + f)} = \frac{(-150)\,.\,(5)}{-150+5}$$

   $\Longrightarrow$ $p' = +5{,}17$ cm

   <u>Conclusion</u>: **par rapport au réglage de l'infini, il faut éloigner l'objectif de la pellicule de 5,17 – 5,00 = 0,17 cm**

   **2.2.** Les dimensions de l'image sont données par le grandissement: $\gamma = \dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \dfrac{p'}{p}$ .

   $\gamma = \dfrac{5{,}17}{-150} = -3{,}45\,.\,10^{-2}$ $\Longrightarrow$ **le rectangle image aura pour dimensions :**

   **$L = 30\,.\,(-3{,}45\,.\,10^{-2}) = -1{,}03$ cm**
   **$l = 20\,.\,(-3{,}45\,.\,10^{-2}) = -0{,}69$ cm**

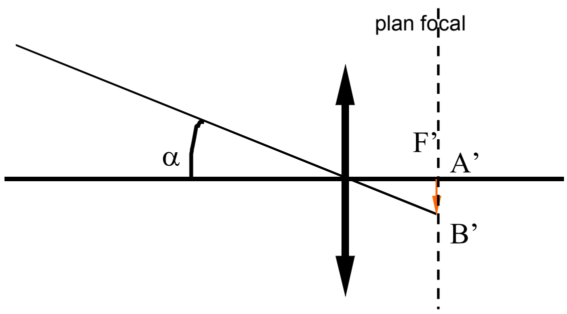
3. L'objectif peut, au maximum, s'éloigner de la pellicule de 5,20 cm

   donc $\overline{OA'} = p' = 5{,}20$ cm et on cherche la position de l'objet :

   $$\frac{1}{p'} - \frac{1}{p} = \frac{1}{f} \quad \text{avec} \quad f = 5 \text{ cm} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{p} = \frac{1}{p'} - \frac{1}{f} = \frac{f - p'}{p'\,.\,f} \quad \Rightarrow \quad p = \frac{f\,.\,p'}{f - p'}$$

   $\Rightarrow$ $p = \dfrac{5\,.\,5{,}20}{5 - 5{,}20}$ $\Rightarrow$ **$p = -130$ cm**

**<u>EXERCICE 4</u>** :




1. Pour des objets à l'infini, l'image est dans le plan focal : $\Rightarrow$ $p' = f$ . **L'image se forme dans le plan focal image. Pour des objets très éloignés, la distance lentille-pellicule est donc égale à la distance focale, soit 85 mm .**

   $\tan \alpha = \dfrac{\text{opp}}{\text{adj}} = \dfrac{A'B'}{OF'} \Rightarrow$ **$\overline{A'B'} = -f\,.\,\tan\alpha$** *<u>Signe – parce que l'image est renversée</u>*

   $\overline{A'B'} = -(+85)\,.\,\tan(2°) \Longrightarrow$ **$\overline{A'B'} = -2{,}97$ mm ≈ $-3$ mm**

2. Quand on photographie un sujet plus rapproché, l'image se forme plus loin que le plan focal : il faut donc faire un réglage qui éloigne l'objectif de la pellicule .

   Position de l'objet : $p = \overline{OA} = -3000$ mm

   $$\frac{1}{p'} = \frac{\mathbf{1}}{f} + \frac{1}{p} = \frac{p + f}{(p)\,.\,(f)} \quad \Longrightarrow \quad p' = \frac{(p)\,.\,(f)}{(p + f)} = \frac{(-3000)\,.\,(85)}{-3000+55} \quad \Longrightarrow \quad p' = +87{,}5 \text{ mm}$$

   <u>Conclusion</u>: **il faut tourner la bague de réglage de distance pour éloigner l'objectif de la pellicule de 87,5 – 85 = 2,5 mm**

<u>Taille de l'image :</u> $\gamma = \dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \dfrac{p'}{p} \Rightarrow \gamma = \dfrac{87,5}{-3000} = -0,0292 = -2,92\ \%$

Donc $\overline{A'B'} = \gamma\ .\ \overline{AB} = -0,0292\ .\ (1750) \Longrightarrow$ **$\overline{A'B'} = -51$ mm**

3.

3.1. $N = \dfrac{f}{d} \Rightarrow d = \dfrac{f}{N} = \dfrac{85}{5,6} \Rightarrow$ **d = 15,2 mm**

3.2. Profondeur de champ : On cherche la distance $D = \left|\overline{OA}\right|$

Il faut d'abord chercher la position de l'image, ensuite celle de l'objet.

<u>Position de l'image :</u>

Triangles homothétiques : OMA' et F'NA'

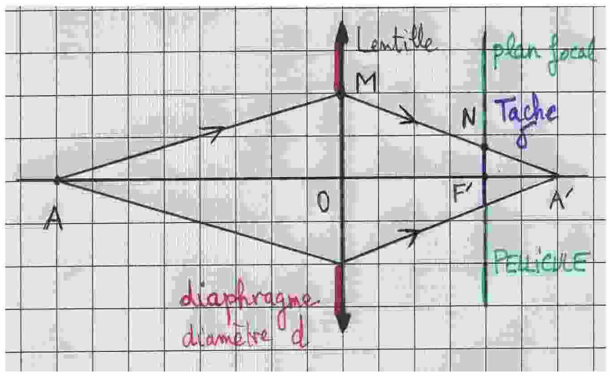
$\dfrac{OM}{F'N} = \dfrac{OA'}{F'A'} \Rightarrow \dfrac{d/2}{\delta/2} = \dfrac{p'}{p'-f}$

Produit en croix :

$d\ .\ (p'-f) = \delta\ .\ p' \Rightarrow d.p' - d.f = \delta.p'$

Donc : $p' = f\ .\ \dfrac{d}{d-\delta} = 85\ .\ \dfrac{15,2}{15,2-0,05}$

$\Rightarrow p' = +85,28$ mm $= 85,3$ mm




<u>Position de l'objet</u> : $\dfrac{1}{p'} - \dfrac{1}{p} = \dfrac{1}{f}$

$\Rightarrow \dfrac{1}{p} = \dfrac{1}{p'} - \dfrac{1}{f} = \dfrac{f-p'}{p'\ .\ f} \Rightarrow p = \dfrac{f\ .\ p'}{f-p'} = \dfrac{85\ .\ 85,3}{85-85,3} \Rightarrow$ **p = – 25900 mm**

**<u>Conclusion</u> : L'image sera nette sur la pellicule si le sujet photographié se trouve entre l'infini et environ 26 m devant l'objectif**

3.3. Pour augmenter la profondeur de champ, il faut fermer davantage le diaphragme : N doit être plus grand que 5,6 .

3.4. Photo prise avec le couple : $N_1 = 5,6$ et le temps de pose $t_1 = 1/250$ s .

Si $N_2 = 11 \Longrightarrow N_2 = 2\ .\ N_1$ donc le diamètre est divisé par 2 et la surface d'ouverture $s = \dfrac{\pi\ .d^2}{4}$ est divisé par 4.

Pour obtenir la même exposition du film, il faut donc multiplier le temps de pose par 4 $\Longrightarrow t_2 = 4\ t_1 = 4\ .\ 1/250$ s $\Longrightarrow t_2 \approx 1/60$ s

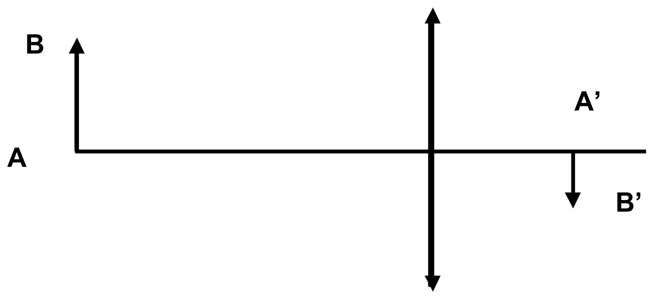
**<u>EXERCICE 5</u>** :

$\overline{OA} = p = -5000$ m

$\gamma = \dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \dfrac{-1,2\ .\ 10^{-2}}{300} = -4\ .\ 10^{-5}$

$\gamma = \dfrac{p'}{p} \Rightarrow p' = \gamma\ .\ p = (-4\ .\ 10^{-5}).\ (-5000)$

$\Longrightarrow p' = 0,200$ m



On cherche la distance focale : $\frac{1}{p'} - \frac{1}{p} = \frac{1}{f}$ $\Rightarrow$ $f = \frac{p \cdot p'}{(p - p')} = \frac{(-5000) \cdot (+0{,}2)}{(-5000 - 0{,}2)} = +0{,}200$ m

**Conclusion : f = + 200 mm : il appartient à la catégorie des téléobjectifs**

**<u>EXERCICE 6</u>** :

1. Profondeur de champ : On cherche la distance $D = \left| \overline{OA} \right|$

Il faut d'abord chercher la position de l'image, ensuite celle de l'objet.

<u>Position de l'image</u> :

Triangles homothétiques : OMA' et F'NA'

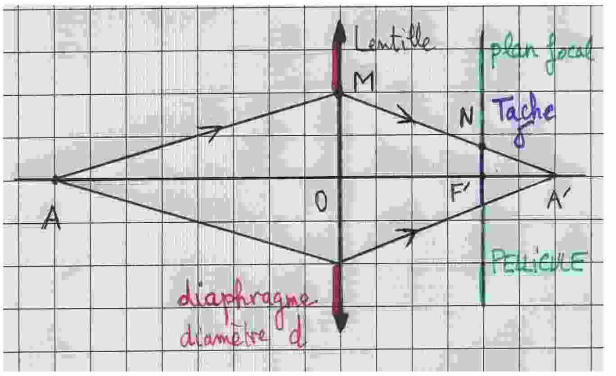
$\frac{OM}{F'N} = \frac{OA'}{F'A'} \Rightarrow \frac{d/2}{\delta/2} = \frac{p'}{p' - f}$

Produit en croix :

$d \cdot (p' - f) = \delta \cdot p' \Rightarrow d.p' - d.f = \delta.p'$

Donc : $p' = f \cdot \frac{d}{d - \delta} = 200 \cdot \frac{20}{20 - 0{,}05}$

$\Rightarrow$ $p' = + 200{,}5$ mm




<u>Position de l'objet</u> : $\frac{1}{p'} - \frac{1}{p} = \frac{1}{f}$

$\Rightarrow \frac{1}{p} = \frac{1}{p'} - \frac{1}{f} = \frac{f - p'}{p' \cdot f} \Rightarrow p = \frac{f \cdot p'}{f - p'} = \frac{200 \cdot 200{,}5}{200 - 200{,}5}$ $\Rightarrow$ **p = – 80200 mm**

**<u>Conclusion</u> : L'image sera nette sur la pellicule si le sujet photographié se trouve entre l'infini et environ 80 m devant l'objectif.**

2. L'avion + l'appareil photo se déplacent à la vitesse v

$v = \frac{1200 \cdot 10^3}{3600} = 333 \text{ m.s}^{-1}$

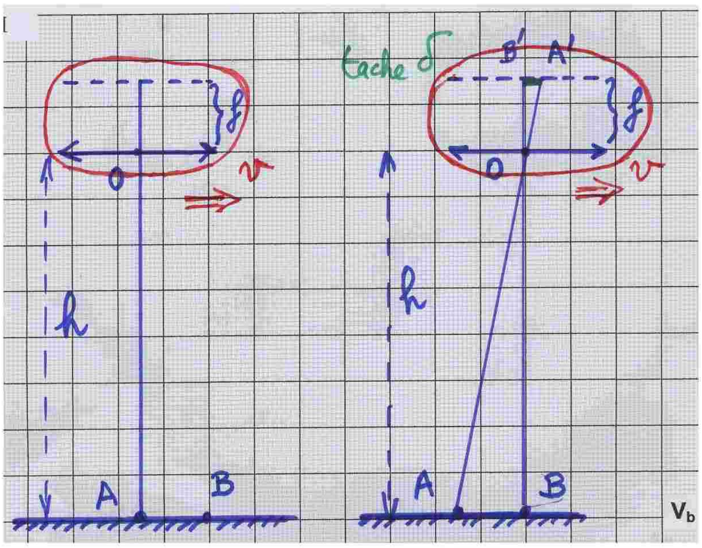
h = 2000 m.

2.1. Un point objet du sol donne plusieurs images sur la pellicule, puisque la lentille (objectif) se déplace.

2.2. L'image d'un point du sol devient un segment de droite sur la pellicule

2.3. Si on appelle $\Delta t$ le temps de pose : $v = \frac{AB}{\Delta t}$

$\Rightarrow$ $AB = v \cdot \Delta t$




à l'instant t

à l'instant t + Δt

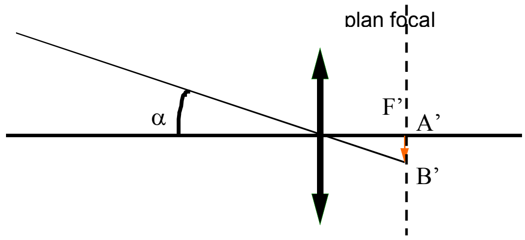
Les triangles ABO et A'B'O sont homothétiques: $\Rightarrow \frac{AB}{h} = \frac{A'B'}{f}$

$\Rightarrow \frac{v \cdot \Delta t}{h} = \frac{\delta}{f} \Rightarrow \Delta t = \frac{h \cdot \delta}{v \cdot f} = \frac{2000 \cdot 5 \cdot 10^{-5}}{333 \cdot 0{,}200} \Rightarrow$ **$\Delta t = 1{,}5 \cdot 10^{-3}$ s**

2.4 $\Delta t = 1/500 =$ **$2 \cdot 10^{-3}$ s : ne convient pas : temps trop long $\Rightarrow$ image floue**

**EXERCICE 7** : **APPAREIL PHOTOGRAPHIQUE** **d'après un sujet BTS**

1. Photographie du soleil couchant :
   1.1. Objet à l'infini : donc image dans le plan focal
   La pellicule se trouve donc à la distance f = 400 mm

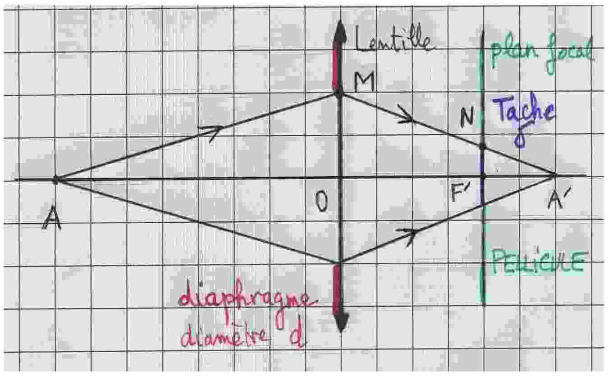



   1.2. Le soleil est vu sous un angle $\alpha = 0{,}6°$ ,
   Forme : disque circulaire
   Taille : $\overline{A'B'} = -f \tan\alpha = -200 \,.\, \tan(0{,}6°) = 2{,}1$ mm

2.

   2.1. Nombre d'ouverture N : $N = \dfrac{f}{d} \Rightarrow d = \dfrac{f}{N} = \dfrac{200}{8} = 25$ mm

   2.2. Réglage à l'infini $\Rightarrow$ la pellicule est dans le plan focal.




   On cherche la distance $x = \left|\overline{OA}\right|$

   Position de l'image :
   Triangles homothétiques : OMA' et F'NA'
   $\dfrac{OM}{F'N} = \dfrac{OA'}{F'A'} \Rightarrow \dfrac{d/2}{\delta/2} = \dfrac{p'}{p'-f}$
   Produit en croix :
   $d\,.\,(p'-f) = \delta\,.\,p' \Rightarrow d.p' - d.f = \delta.p'$
   Donc : $p' = f\,.\,\dfrac{d}{d-\delta} = 200\,.\,\dfrac{50}{50-0{,}05} \Rightarrow p' = +200{,}2$ mm

   Position de l'objet : $\dfrac{1}{p'} - \dfrac{1}{p} = \dfrac{1}{f} \Rightarrow \dfrac{1}{p} = \dfrac{1}{p'} - \dfrac{1}{f} = \dfrac{f-p'}{p'\,.\,f}$
   $\Rightarrow p = \dfrac{f\,.\,p'}{f-p'} = \dfrac{200\,.\,200{,}2}{200-200{,}2} = -2{,}002\,.\,10^5$ mm $\Rightarrow$ **$p \approx -200$ m**
   **L'image sera nette pour les objets situés entre l'infini et 200 m devant l'objectif.**

3. La suite classique des nombres d'ouverture est : 2 2,8 4 5,6 8 11 16 22
   3.1. Particularité mathématique de cette suite de nombre : quand on passe au nombre suivant, on multiplie le précédent par $\sqrt{2}$ .

   3.2. Surface d'ouverture du diaphragme : $S_{ouverture} = \dfrac{\pi\,.d^2}{4}$

   Comme $d = \dfrac{f}{N}$ , quand on passe au nombre N suivant, le diamètre est divisé par $\sqrt{2}$ et donc la surface $S_{ouverture}$ est divisée par 2.
   $\Rightarrow$ l'éclairement moyen E est divisé par 2

   3.3. Les réglages pour une prise de vue sont :
   temps de pose t = 1/500 s nombre d'ouverture : N = 8
   En choisissant N' = 16 = 2 N $\Rightarrow$ la quantité de lumière est divisée par 4 $\Rightarrow E' = \dfrac{E}{4}$

   $H = E\,.\,t = E'\,.\,t' \Rightarrow t' = t\,\dfrac{E}{E'} = 4\,.\,t \Rightarrow$ **t = 1/125 s**